

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G21C 1/03

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02121400. X

[43] 公开日 2002 年 12 月 18 日

[11] 公开号 CN 1385861A

[22] 申请日 2002. 6. 19 [21] 申请号 02121400. X

[71] 申请人 北京北大青鸟有限责任公司

地址 100080 北京市海淀区海淀路 52 号北大
太平洋科技发展中心 14 层

[72] 发明人 田嘉夫 张 潜 程 萍

[74] 专利代理机构 中国商标专利事务所

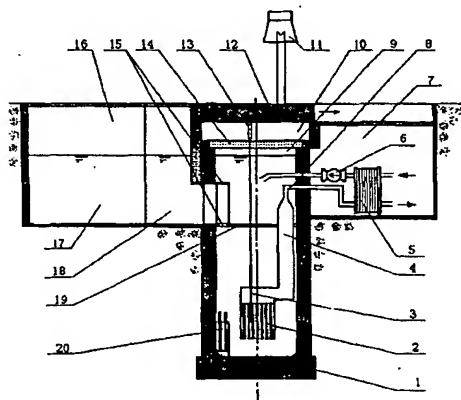
代理人 徐小琴

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称 采用核电站乏燃料的深水池核供热反应堆

[57] 摘要

本发明涉及一种采用核电站乏燃料的深水池核供热反应堆,包括水池、堆芯、控制棒、热交换器,堆芯置于水池底部,控制棒置于堆芯中,热交换器和循环泵置于水池外,水池中池水深度为 10-60 米,循环泵为高转数比叶轮循环泵,其特征在于,所述的堆芯采用核电站卸出的乏燃料组件。该反应堆还包括设有乏燃料贮存水池,乏燃料贮存水池与反应堆水池之间设有乏燃料转运水道。本发明供热堆用于大型蒸馏工艺海水淡化装置及城市集中供热系统,由于不需要初始投资中的初装燃料费、供热运行中的燃料费及燃料元件后处理费,将会使产水成本及供热成本显著降低。



ISSN 1008-4274

1、一种采用核电站乏燃料的深水池核供热反应堆，包括水池、堆芯、控制棒、热交换器，堆芯置于水池底部，控制棒置于堆芯中，热交换器和循环泵置于水池外，水池中池水深度为 10—60 米，循环泵为高转数比叶轮循环泵，其特征在于，所述的堆芯采用核电站卸出的乏燃料组件。

5 2、如权利要求 1 所述的核供热反应堆，其特征在于，该反应堆还包括设有乏燃料贮存水池，乏燃料贮存水池与反应堆水池之间设有乏燃料转运水道。

3、如权利要求 1 所述的核供热反应堆，其特征在于，该反应堆还包括池顶及工艺舱室的破裂元件气体密封和处理系统。

10

15

20

25

采用核电站乏燃料的深水池核供热反应堆

技术领域:

本发明涉及一种采用核电站乏燃料的深水池核供热反应堆,属于核反应堆技术领域。

5

背景技术:

深水池核供热反应堆是一种低温供热反应堆,这种反应堆工作在较低的温度下,将核裂变产生的热能直接供给低温用户,它的结构简单,建造容易,有较高的安全性和可靠性。

10

目前有多种设计,与本发明最为接近的是中国发明专利,申请号01131099.5,包含自然循环的强迫循环冷却深水池核供热反应堆。它的特点是利用较深池水的水静压力提高堆芯出口水温,采用包含自然循环的强迫循环分置式回路型冷却方式,热交换器及循环泵分成几个环路安装在池外,循环泵为高转数比叶轮循环泵。这种深水池反应堆在设计功率超过100兆瓦时,循环泵停转后,仍具有对余热的自然循环冷却能力。在事故停泵随即引发停堆的情况下,可实现强迫循环向自然循环的非能动转换。当发生断电事故,同时叠加专用停堆措施(控制棒下落或注入硼水)失效的情况下,强迫循环向自然循环的转换过程,也可导致反应堆功率下降和转入热停堆状态,具有一种特有的固有安全性。

15

20

深水池核供热反应堆所用的燃料元件棒一般采用与轻水堆核电站相同的元件棒,但长度较短,并由这些较短的元件组成较小尺寸的燃料组件。当然也可以为这种低温供热堆研制专用的燃料元件和燃料组件。

25

目前世界上运行的核电站有400余座,其中大部分为轻水堆核电站。每年由这些核电站卸出的大量的乏燃料,都存放在保存水池中,等待以后送后处理厂解体处理。这些乏燃料组件都没有使用到燃耗的最高限值,一般都具有进一步加深燃耗发挥燃料组件潜力的可能性。

发明内容:

本发明的目的在于设计一种采用核电站乏燃料的深水池核供热反应堆,

对已有的深水池核供热反应堆结构做出改进，安装由核电站乏燃料组成的堆芯，增设乏燃料检测、装卸运输和安全保障系统。

5 本发明设计的采用核电站乏燃料的深水池核供热反应堆，包括水池、堆芯、控制棒、热交换器，堆芯置于水池底部，控制棒置于堆芯中，热交换器和循环泵置于水池外，水池中池水深度为 10—60 米，循环泵为高转数比叶轮循环泵，其特征在于所述的堆芯采用核电站卸出的乏燃料。

上述反应堆还可以包括设有乏燃料贮存水池，乏燃料贮存水池与反应堆水池之间设有乏燃料转运水道。

10 上述反应堆还可以包括池顶舱室及工艺舱室的密封及放射性废气处理系统。废气处理系统设有高效过滤器及活性炭吸附器等设备，当需要时，可以对来自破裂元件的放射性气体进行密封、接受、压缩和贮存，使其自然衰变后，监测放射性，并在达到允许水平后排入烟囱。

15 本发明是在深水池低温低压的池水中由核电站乏燃料组成堆芯，在 200 兆瓦左右的运行功率下，堆芯裂变增殖性能有可能维持 300 至 600 天的工作期。在此期间，核电站乏燃料的燃耗深度增加不多，燃料元件及元件包壳的性能是完全可以承受的。在深水池供热堆的厂房内，增加乏燃料组件的检测、装卸、水下贮存及水下转运设施后，就可以将乏燃料在深水池内用于低温供热。考虑到在乏燃料元件内含有核电站运行期间产生的较多的放射性元素，在反应堆池顶及工艺舱室设置破裂元件释放气体的密封和处理系统。

20 本发明的特点是：

- 25 1. 核电站乏燃料在深水池低温低压池水中组成的堆芯，在 200 兆瓦左右的功率下，其裂变增殖性能还可维持 1 至 2 年的工作期。其间原核电站燃料的燃耗深度增加不多，又是在低温低压下工作，燃料元件及包壳性能是可以承受的；
2. 深水池供热堆池水容量大，不会发生失压事故，在运行工况、设计基准事故工况及超设计基准事故工况下，都具有特有的固有安全性，能够有效地保证在供热运行中乏燃料元件的完整性和安全性；
- 30 3. 深水池供热堆水池空间大，便于改造和安装尺寸较大的核电站乏燃料堆芯，也便于增设乏燃料水下贮存和水下运输设施；

4. 核电站卸出的乏燃料在供热堆中使用后再送去处理, 其费用增加不多。而供热堆却不需要初始投资中的初装燃料费、供热运行中的燃料费及燃料元件后处理费, 使供热成本显著降低。

5 本发明与原有深水池供热堆相比, 具有优点如下:

1. 由于采用核电站卸出的乏燃料, 不需要研制供热堆专用的燃料组件;
2. 不需要初始投资中的初装燃料费、供热运行中的燃料费及燃料元件后处理费, 显著降低核供热成本;
- 10 3. 核电站乏燃料的再次利用, 不仅提高了燃料组件的利用率, 而且提高了铀资源利用率和减少了核废料总量。

附图说明:

15 图 1 为本发明设计的采用核电站乏燃料的深水池核供热反应堆结构示意图

在图 1 中:

20 [1] 混凝土水池, [2] 堆芯, [3] 控制棒, [4] 衰减筒, [5] 热交换器
[6] 循环泵, [7] 工艺舱室, [8] 一次水循环回路, [9] 池顶空间
[10] 池顶舱室, [11] 池水冷却塔, [12] 可移动混凝土盖板, [13] 控制棒驱动机构, [14] 水池顶盖, [15] 乏燃料转运通道闸门, [16] 贮存水池上空间, [17] 乏燃料贮存水池, [18] 转运水道, [19] 水下检修平台, [20] 乏燃料贮存架。

25 图 1 为本发明设计的采用核电站乏燃料的深水池核供热反应堆结构示意图, 由图 1 可见, 反应堆水池[1]由钢筋混凝土制成, 内壁敷有金属衬里, 池内盛满去离子水, 水池有顶盖[14], 池顶空间[9]为常压。在水池底部安装堆芯[2], 堆芯内装入乏燃料组件, 池水从底部进入堆芯, 被加热以后由堆芯顶部流出, 经放射性衰减筒[4]流出水池, 在热交换器[5]
30 中降温后进入循环泵[6], 然后返回水池。在反应堆正常运行时, 控制棒[3]

由驱动机构[13]牵引控制反应堆工作在额定工况, 循环泵[6]驱动一次回路[8]中的流量满足载带反应堆功率的需要。

当反应堆停堆以后, 可以停止循环泵, 池水在冷热水温差的驱动下, 会使部分流量穿过堆芯、回路管道、热交换器及循环泵叶轮继续流动, 并冷却反应堆的剩余发热。池水冷却系统通过池水冷却热交换器及池水冷却塔[11], 由管内水的自然循环长期维持池水温度。

当反应堆停堆进行更换燃料操作时, 第一阶段, 将反应堆水池顶部的可移动混凝土盖板[12]沿水平方向移动, 再从池顶操作, 打开乏燃料转运通道闸门[15]。将乏燃料贮存水池[17]中的乏燃料, 经过转运水道[18]及乏燃料转运通道闸门[15], 运到乏燃料贮存架[20]中; 也可以相反运输, 将乏燃料贮存架[20]中的乏燃料, 运到贮存水池[17]中。第二阶段, 关闭乏燃料转运通道闸门[15], 将水下检修平台[19]以上的池水, 唧送到乏燃料贮存水池[17], 在贮存水池上空间[16]中暂时贮存。利用检修平台[19]进行堆芯[2]及乏燃料贮存架[20]间的换料操作。操作完成后, 将池水由贮存水池上空间[16]返回到反应堆水池上部, 将可移动混凝土盖板[12]移回原位, 再恢复反应堆运行。

池顶空间[9]以及工艺舱室[7]及池顶舱室[10]等可能积聚放射性废气的舱室由常用的废气处理系统保证这些气体不会释放到环境中去。这些舱室都具备常用的负压和密封设备。

